

Aplicação do Georadar na interpretação da estrutura subsuperficial de veredas no norte de Minas Gerais-Brasil

Dr. Paulo Roberto Antunes Aranha: aranha@igc.ufmg.br
Dra. Cristina Helena R. R. Augustin: chaugustin@igc.ufmg.br
Dra. Dirce Ribeiro de Melo: veredus2001@yahoo.com.br

Copyright 2009, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 11th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, August 24-28, 2009.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 11th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

Veredas are a well-defined plant species composition and structure that occur within the Cerrado. Based on radargrams obtained with Ground Penetrating Radar (GPR), this work aims to present the structure beneath a vereda located in Buritizeiros, north of Minas Gerais State, Brazil. The association between soil data and the four radargrams allowed to describe its sub-superficial structure. The data shows the conditions for head wards development of the vereda occur: humidity retention near the surface, the condition for the occurrence of the buritis and, consequently, for the vereda. The data also reveals the rapid deposition of colluvium that becomes thicker as one goes down the vereda “channel”, causing the deepening of the once almost superficial water table.

Key words: vereda, radargrams, subsurface structures

Introdução

Vereda significa nascente de rio ou buritizal, são as cabeceiras de cursos d'água com grupos de matas cercadas de campos, com renques de buritis e pindaibas. Segundo Melo (1978) as veredas podem apresentar quatro subunidades designadas por zonas: do envoltório, seca, encharcada e do canal. A autora reconheceu nas veredas de Buritizeiro (MG), três domínios diferenciados: um campo higrófilo, gramíneo, associado a solos gleizados, de hidromorfia sazonal (zona de unidade sazonal) em substituição à zona seca; uma zona de campo higrófilo, rico em ciperáceas na média/baixa vertente, onde o horizonte superficial, rico em matéria orgânica é mais espesso em direção à base da vertente e uma zona encharcada, com a ocorrência de solos turfosos, onde se destaca a palmeira “Buriti”.

Nesta pesquisa utilizou-se o georadar para estudar as veredas. A área onde as veredas ocorrem localiza-se nos planaltos areníticos do norte de Minas Gerais, no

município de Buritizeiros (Figura 1) e apresenta uma densa rede de drenagem representada em sua grande parte por rios.



Figura 1 – Mapa de localização da vereda analisada

Devido à sua versatilidade e operacionalidades o georadar vem sendo aplicado em diversas áreas de estudos, tais como: geotecnia, hidrogeologia, contaminação, estruturação do solo e outros (Benson, 1995; Davis & Annan, 1989; Hara & Sakayama, 1985; Huggenberger et al, 1994). Em Minas Gerais tem sido aplicado no estudo geomorfológico em diversos lugares com resultados satisfatórios (Neves *et al*, 1997; Aranha *et al*, 2002; Aranha, 2003).

O georadar propicia imagens da estruturação da subsuperfície, mostrando os contatos solo/rocha, solo/solo e mesmo rocha/rocha, e também, em algumas situações, consegue definir o nível freático, quando ocorre a reflexão do sinal neste, ou quando ocorre a atenuação da onda EM ao incidir sobre o mesmo.

O relevo dominante na área é representado por extensas superfícies planas a suavemente onduladas, que fazem parte de planaltos modelados sobre rochas areníticas da Formação Areado, datadas do Cretáceo e que fazem parte da Bacia Sanfranciscana, recobrimdo as rochas sedimentares proterozóicas do Grupo Bambuí, que faz parte, juntamente com o Grupo Macaúbas, do Supergrupo São Francisco.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da área é do tipo AW, ou seja, quente e úmido com chuvas de verão. A precipitação média anual é de 1.145 mm, concentrada nos meses de outubro a março. A temperatura média anual é de 23,2° C, enquanto a dos meses de junho e julho, 19,7° C.

A vereda em estudo foi denominada por Melo (1992) de Jatobá. Ela localiza-se entre as coordenadas 17°14' S e 45°05'56.6'' W, com altitude entre 715 e 730m.

A vegetação dominante é o Cerrado, desde sua fisionomia mais aberta (campos limpos) até as mais densas (cerradão), passando por várias fases de degradação do cerrado. No meio do Cerrado, aparecem os biomas das veredas, nos quais predominam os buritis. Na área adjacente à vereda, do lado direito da mesma, ocorre um cerrado em fase de incipiente regeneração.

Metodologia

A área de estudo foi delimitada no planalto do município de Buritizeiros, escolhendo-se após trabalhos de campo e observação uma das veredas típicas, para se buscar o melhor entendimento dos processos e das suas fases evolutivas. Depois foi realizada uma campanha de campo na qual foram inicialmente definidos os locais nos quais seriam realizados quatro transectos, transversais ao perfil longitudinal da vereda selecionada.

Em cada transecto foram realizadas observações sobre a cobertura vegetal, a ocorrência de processos erosivos e abertos perfis de solo acompanhados pela realização de perfis de Georadar.

O primeiro perfil foi localizado à 50m acima da cabeceira da vereda, o segundo no início da cabeceira, o terceiro no meio curso e o quarto a 400m abaixo da cabeceira (figura 2). Por tratar-se de uma vereda muito extensa, de cerca de 5km antes de desaguar no rio Jatobá, não foi possível a realização de um número maior de perfis transversais.

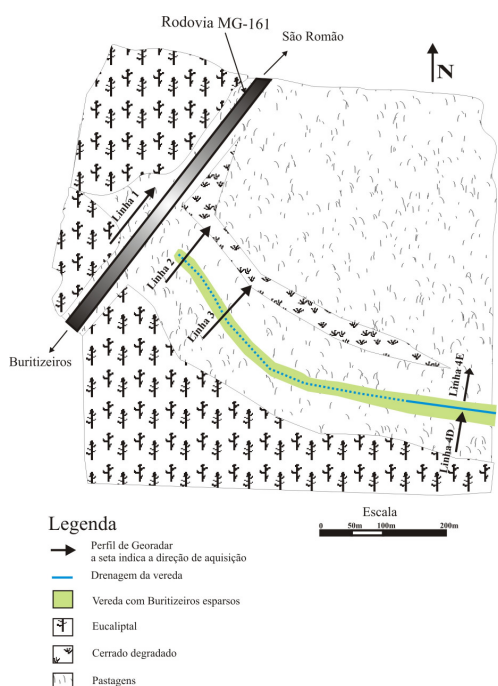


Figura 2 – Mapa de localização dos perfis de georadar

A campanha geofísica realizou-se através da obtenção de 4 perfis de georadar, com o equipamento RAMAC, da *Mala GeoScience*. Em cada um dos perfis foram realizadas CMP's para a avaliação da velocidade de propagação da onda-EM na área investigada. Os perfis

foram obtidos com antenas de 100 MHz, com antenas a distância constante (*common offset*), no qual o sistema é transportado ao longo de uma direção obtendo-se um perfil das reflexões *versus* posição. Foi utilizado o modo de 8 *stacks* (pulsos repetidos) com o objetivo de aumentar a relação sinal/ruído. Os perfis foram planejados de modo que cortassem perpendicularmente a direção de escoamento da vereda.

Os demais parâmetros utilizados para a elaboração dos perfis foram: frequência de amostragem aproximadamente 10 vezes a frequência central da antena utilizada; janela de tempo de 400ns. O espaçamento entre os pontos de aquisição de dados foi de 0,10cm.

O processamento de dados objetivou melhorar a qualidade dos resultados obtidos no campo, compreendeu: a edição, o *declipping*, *dewow*, filtragem gaussiana, marcação do “tempo zero”, ganhos temporais e correção topográfica, migração dos dados.

Resultados

Pela interpretação das imagens do radargrama obtido ao longo da Linha 1 observou-se que os refletores mais próximos à superfície podem ser correlacionados com eventos deposicionais recentes. Os dados do perfil solo aberto no local corroboraram a interpretação, pois é possível observar o material coluvial. Também no radargrama são visíveis refletores no interior do colúvio, isto aponta a presença de uma superfície deposicional mais recente, enquanto que entre as distâncias de 55 e 65 observa-se a atenuação da onda EM indicando a presença de material saturado. É interessante notar que no radargrama aparecem ainda na parte superior refletores com ligeiro abaulamento no centro, mostrando a zona preferencial de acúmulo de água.

Esse abaulamento pode estar associado tanto ao lento, mas contínuo processo de erosão hídrica. Ele é representativo na medida em que parece apontar para um recuo da cabeceira da vereda à montante, ao longo de um alinhamento preferencial de processo de desenvolvimento de drenagem. Logo abaixo dos refletores mais horizontalizados observa-se um intrincado padrão de refletores planos, curtos, cortados por refletores inclinados, com fechamento em cunha. Pode-se interpretar esses refletores com feições que ocorrem em estratificações cruzadas, acanaladas, que ocorrem nos arenitos que existem na região.

A linha 2 na cabeceira da vereda, ou seja, no segmento já com a presença de buritis, encontra-se localizado a 729m de altitude, entre S 17°14'21.5'' e W 45°07'53.1.

Pela abertura do perfil de solo, o nível freático foi detectado a 1,88m, demonstrando que se encontra muito mais profundo do que na zona fora da vereda propriamente dita. Esse fato, associado ao espesso pacote de areia (85cm) sobre a turfa, indica a existência de processo de assoreamento responsável pelo soterramento da zona central da vereda e pelo fato do nível freático encontrar-se tão profundo. Estas características são corroboradas pela geometria dos

refletores presentes no radargrama da Linha 2 (figura 3). Nele observa-se na parte superior a forma abaulada indicando a ocorrência dos processos de erosão e de deposição. As feições presentes neste radargrama são também observáveis no radargrama da linha 1 e das linhas 3 e 4. Isto é o padrão ao longo da vereda não se modifica por completo. Ocorre apenas um aumento na espessura do colúvio à jusante.

Conclusões

Os dados deste estudo indicam variações na estrutura subsuperficial e na presença da água ao longo de uma vereda típica do norte de Minas Gerais. As transformações identificadas têm tanto caráter antrópico, quanto natural, como detectado nos radargramas.. Identificou-se a partir da análise de radargramas e de perfis de solos, fases e processos pelos quais a vereda sofreu refeiçãoamento. Isto indica que o georadar foi eficiente ao propiciar imagens que ajudaram sobremaneira na interpretação da estrutura e no desenvolvimento da vereda.

Os dados dos perfis de solo e dos radargramas apontam também para a ocorrência de processos recentes de assoreamento dessa vereda, provocando o rebaixamento aparente do nível freático superficial.

Referências

Aranha, P.R.A. 2003. Estudo das coberturas superficiais e sua dinâmica na região de Gouveia, Serra do Espinhaço, MG: utilizando o Radar de Penetração no Solo (GPR). Tese de Doutorado, UFOP, Ouro Preto, 305p.

Aranha, P.R.A., Augustin, C.H.R.R. & Sobreira, F.G. (2002) The use of GPR for characterizing underground weathered profiles in the sub-humid tropics. *Journal of Applied Geophysics* 49:195-210.

Benson, A.K., (1995): Applications of GPR in assessing some geological hazards: examples of ground water contamination, faults, cavities. *Journal of Applied Geophysics*, V.33, p: 177-193.

Davis, J.L. & Annan, A.P. (1989): Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. *Geophysical Prospecting*. 37, p: 531 -551.

Hara, T. & Sakayama, T.(1985): The applicability of ground probing radar to site investigations. OYO, R.P.-4159, 1985. 32 p.

Huggenberger, P.; Meier, E. & Pugin, A. (1994): Ground probing radar as a tool for heterogeneity estimation in gravel deposits: advances in data - processing and facies analysis. *Journal of Applied Geophysics* 31, p: 171 - 184.

Melo, D. R DE. Contribuição ao estudo geomorfológico de veredas: região de Pirapora, MG. Monografia de Graduação em Geografia. Instituto de Geociências, UFMG, Belo horizonte,1978. 48p.

Melo, D. R DE. As veredas nos planaltos do Noroeste Mineiro; caracterizações pedológicas e os aspectos

morfológicos e evolutivos. Dissertação de Mestrado em Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, SP,1992. 218p.

Neves, F.A.P.S.; Aranha, P.R.A.; Lucio, P.S., 1997. Estudos de voçorocas usando GPR. *In: Simpósio Regional de Geologia (SBG)*, Penedo. Resumos. 120p.

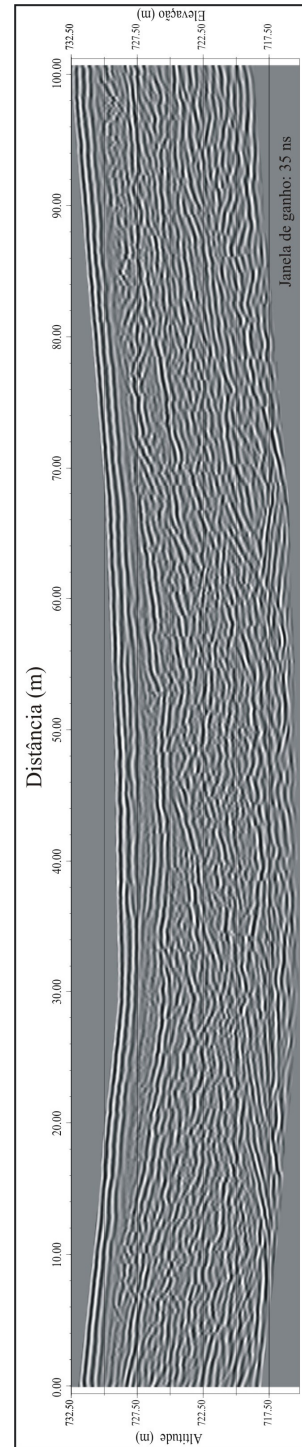


Figura 3 – Radargrama da Linha 2 obtido com antenas de 100MHz.